



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Numéro de publication : **0 564 365 A1**

12

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : **93400857.4**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : **F23G 5/027, F23G 5/20**

22 Date de dépôt : **02.04.93**

30 Priorité : **02.04.92 FR 9204009**

43 Date de publication de la demande :  
**06.10.93 Bulletin 93/40**

84 Etats contractants désignés :  
**AT BE DE GB IT NL**

71 Demandeur : **LAURENT BOUILLET**  
**INGENIERIE**  
**3, Place Renault**  
**F-92500 Rueil-Malmaison (FR)**

72 Inventeur : **Vanderpol, Jean-Pierre**  
**4 rue Saint-Philippe-du-Roule**  
**F-75008 Paris (FR)**

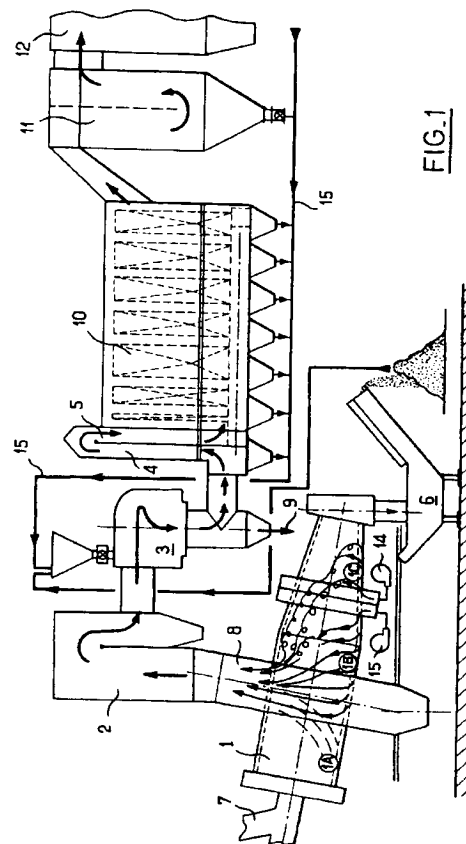
74 Mandataire : **Schrimpf, Robert**  
**Cabinet Regimbeau 26, Avenue Kléber**  
**F-75116 Paris (FR)**

54 Procédé et dispositif pour le traitement thermique de déchets, notamment solides, contenant des matières organiques.

57 L'invention concerne le traitement thermique de déchets contenant des matières organiques.

On gazéifie les déchets dans une chambre (1) où les déchets traversent successivement une zone de séchage (1A), une zone de gazéification (1B) et une zone de combustion oxydante (1C), la quantité totale de gaz comburant injecté dans la chambre étant sensiblement inférieure à la quantité stoechiométrique, on mélange les gaz produits dans les trois zones, on les extrait et on les soumet à une oxydation complémentaire en plusieurs phases entre lesquelles on intercale plusieurs refroidissements par échanges thermiques.

L'invention s'applique notamment au traitement de déchets solides.



EP 0 564 365 A1

Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001 PARIS

L'invention concerne le traitement thermique de déchets, notamment solides, contenant des matières organiques.

Il est connu (publication FR-A-2 234 521) de réaliser une combustion des déchets en utilisant un excès de gaz comburant par rapport à la quantité de gaz comburant qui serait théoriquement nécessaire pour transformer la totalité du carbone des matières organiques des déchets en gaz carbonique ("quantité stoechiométrique"), cet excès de gaz comburant servant à la fois à la combustion et au contrôle des températures, mais les quantités de gaz comburant nécessaires conduisent à des débits de gaz importants, ce qui a pour effet de nécessiter des installations de traitement de gaz importantes et de diminuer le rendement thermique en raison des calories consommées pour le réchauffage du gaz comburant.

La présente invention a pour but de fournir un procédé permettant de réaliser un traitement thermique des déchets:

- 1) qui minimise le volume de gaz produits,
- 2) qui maximise le rendement thermique,
- 3) qui fournit l'énergie nécessaire pour traiter éventuellement les résidus minéraux du traitement thermique.

Selon l'invention :

- on réalise la combustion dans une chambre de gazéification oscillante ou tournante où les déchets traversent successivement une première zone où l'eau contenue dans les déchets s'évapore sous l'action du rayonnement des parois de la chambre et de la chaleur des gaz ambiants, une deuxième zone où l'on gazéifie la majeure partie du carbone contenu dans les déchets tout en injectant sous les déchets un gaz comburant en quantité très inférieure à la quantité stoechiométrique, de façon à produire des gaz riches en imbrûlés (oxyde de carbone) à une température de 550° C à 700° C, et une troisième zone dans laquelle on injecte un gaz comburant en excès par rapport à la quantité qui serait théoriquement nécessaire pour transformer la totalité du carbone encore contenu dans les déchets solides à l'entrée de cette zone et de façon à produire des gaz à une température de 800 à 1 200° C, la quantité totale de gaz comburant injectée dans la chambre étant sensiblement inférieure à la quantité stoechiométrique ;
- on mélange les gaz produits dans les trois zones, on les extrait de la chambre, on les soumet à une oxydation complémentaire en plusieurs phases entre lesquelles on intercale plusieurs refroidissements par échanges thermiques.

Les gaz que l'on extrait de la chambre sont en effet riches en composants combustibles et notamment en monoxyde de carbone, puisque globalement la chambre fonctionne dans des conditions sous-

stoechiométriques.

Dans une réalisation préférée, on soumet les gaz qui sortent de la chambre de gazéification, dans une première phase à une oxydation partielle, ce qui élève leur température, et on extrait des calories des gaz ainsi réchauffés dans un liquéfacteur de mâchefers et/ou de cendres volantes et/ou dans un échangeur de chaleur par radiation. On procède ensuite à une oxydation finale pour éliminer les composants combustibles résiduels, et on refroidit ces gaz dans des échangeurs permettant de produire de la vapeur ou de l'eau surchauffée.

On décrira ci-après un exemple de mise en oeuvre du procédé de l'invention, en référence aux figures 1 à 3 du dessin joint qui sont des schémas de différentes installations de traitement de déchets conformes à l'invention.

Les installations comprennent chacune, en série :

- une chambre 1 de gazéification ;
- une première chambre 2 d'oxydation de gaz ;
- un échangeur de chaleur 3 destiné à liquéfier puis vitrifier des résidus (mâchefers et/ou des cendres volantes) ;
- le cas échéant un récupérateur de chaleur en complément ou substitution du liquéfacteur 3,
- une chambre 4 d'oxydation finale des gaz ;
- un échangeur de chaleur 5 par radiation avec des tubes d'eau situés sur les parois ;
- un échangeur 10 à faisceau ;
- un système de neutralisation/filtration des gaz 11 et 12.

La chambre de gazéification 1 est constituée d'un ensemble chaudronné animé d'un mouvement oscillant ou tournant qui comprend, en série sur le parcours des déchets, une première zone de séchage 1A, une deuxième zone de gazéification 1B et une troisième zone de combustion oxydante 1C. Dans la première zone 1A, on évapore l'eau contenue dans les déchets grâce aux transferts radiatifs (parois + gaz). Dans la zone 1B, on gazéifie la plus grande partie du carbone contenu dans les déchets (70 à 80 %) tout en injectant sous les déchets de l'air ou autre agent comburant en quantité très inférieure à la stoechiométrie. Ce qui produit des gaz riches en imbrûlés à une température de 550 °C à 700° C ; cette zone réductrice bénéficie des apports de chaleur radiatifs et convectifs de la zone 1C et de ceux produits par l'oxydation sous voûte d'une partie des imbrûlés produits en 1B par l'excès d'oxygène ou autre agent comburant provenant de la zone 1C.

Dans la zone 1C, on oxyde en gaz carbonique le carbone encore contenu dans les matières solides à l'entrée de cette zone en envoyant dans cette zone une quantité d'air ou autre agent comburant en excès par rapport à celle qui serait théoriquement suffisante pour réaliser cette oxydation ; on produit ainsi du gaz à une température de 800 à 1 200° C. Cette oxy-

dation totale permet d'obtenir des mâchefers ayant une très faible teneur en carbone et ayant subi une élévation sensible de température durant cette troisième phase.

Les mâchefers sont extraits à l'extrémité aval de la chambre de gazéification et sont récupérés par un extracteur 6 et ensuite envoyés dans un liquéfacteur/vitrificateur 3 où ils sont portés à haute température par les gaz provenant de la chambre d'oxydation 2.

Une partie des fractions combustibles de la zone B est oxydée par l'excès d'oxygène provenant de la zone C. On utilise une quantité globale d'oxygène suffisante pour assurer la gazéification mais inférieure à la stœchiométrie de sorte que la température des gaz à la sortie est de l'ordre de 650-1000°C, sensiblement inférieure à la température de combustion stœchiométrique (1300°C-1500°C). Une bonne étanchéité des joints entre les parties fixes et tournantes permet un contrôle du taux de fuite moyen.

L'oxygène nécessaire dans les zones C et B est envoyée au moyen de deux systèmes de mise en pression (14) et (15) dans deux chambres de distribution situées autour de la cellule, permettant d'envoyer l'air et/ou l'oxygène à travers des canaux de distribution, en quantité différente dans les deux zones.

La chambre de gazéification légèrement inclinée dans cet exemple, est alimentée à l'extrémité haute de la chambre avec les déchets provenant d'une trémie 7 et les gaz sont évacués de la chambre de gazéification par une chambre 8 de collecte de gaz qui, dans l'exemple de la figure 1, entoure la chambre de gazéification. Dans des variantes, cette chambre de collecte des gaz est située en amont (figure 2) ou en aval (figure 3) de la chambre de gazéification et elle peut alors être beaucoup moins volumineuse puisqu'elle n'a pas à entourer la chambre de gazéification. Cette chambre de collecte conduit à une première chambre d'oxydation 2 alimentée en oxygène et/ou en air de façon à réaliser une oxydation de tout ou partie des fractions combustibles contenues dans les gaz en maintenant la température à un niveau de 1 100° C à 1 300° C. Ce contrôle de température dans la première chambre d'oxydation des gaz s'effectue en dosant la quantité d'oxygène injectée dans cette chambre. Les gaz chauds provenant de cette chambre d'oxydation 2 sont envoyés dans un dispositif de liquéfaction 3. Cette liquéfaction est provoquée par des échanges thermiques (convection et/ou radiation), ce qui diminue la température des gaz qui sont ensuite évacués par un conduit vers la deuxième chambre d'oxydation 4. Les produits solides à liquéfier sont à une température inférieure à celle des gaz ce qui diminue la température de ces derniers. Si on le désire, on dispose un récupérateur thermique destiné à abaisser la température des gaz à un niveau suffisant avant la phase d'oxydation finale, en complément ou en substitution du liquéfacteur.

Les mâchefers 6 et/ou cendres volantes 15 introduits dans la chambre de liquéfaction sont liquéfiés sous l'action des transferts thermiques (convection + radiation) et s'écoulent par le bas de la chambre pour être évacués et vitrifiés. Ces particules peuvent provenir d'origines extérieures à l'installation.

Ce dispositif de liquéfaction/vitrification peut être suivi ou remplacé par une chambre de radiation permettant ainsi, dans tous les cas, d'abaisser la température des gaz à 800-900° C avant d'effectuer la deuxième oxydation, processus qui permet d'éviter les pointes excessives de température.

Les gaz provenant de la première chambre d'oxydation et des échanges thermiques (liquéfaction et/ou chambre de radiation) sont en général incomplètement brûlés puisqu'on limite la température en limitant l'injection d'air et/ou d'oxygène. On réalise donc une deuxième zone d'oxydation où l'on introduit le complément nécessaire d'oxygène et/ou d'air pour achever l'oxydation complète des imbrûlés résiduels. On réalise ensuite dans la chambre 5 une récupération thermique par radiation afin de refroidir les gaz jusqu'à une température de 600 à 700° C.

Les gaz sont enfin envoyés à travers des tubes d'échange de chaleur 10 pour produire par exemple de la vapeur, puis dans les installations d'épuration et de filtration 11, 12 de façon en soi connue.

L'invention n'est pas limitée à ces exemples de réalisation.

Il est en particulier prévu, dans des variantes, d'utiliser plusieurs chambres d'oxydation avant la chambre d'oxydation finale.

La technique de la présente invention présente des avantages significatifs sur les techniques antérieures de combustion impliquant une oxydation totale dans la chambre de combustion, puisque la présente invention permet notamment de réduire le volume des gaz à la cheminée jusqu'à 40 % de moins.

L'invention présente également des avantages par rapport à une technique qui impliquerait seulement une pyrolyse dans la chambre de gazéification.

En effet, les conditions de pyrolyse dans la zone 1B bénéficient des calories dégagées par la réaction exothermique provenant de la zone 1C avec les gaz pauvres de la zone 1B et bénéficient également du réchauffage des gaz de la zone 1B par la radiation de la voûte et du réchauffage des gaz de la zone 1B par la radiation de la voûte et par le mélange de ces gaz avec les gaz chauds provenant de la zone 1C, ce qui ne serait pas le cas en l'absence de la zone 1C.

Par ailleurs, la zone 1C permet d'achever la transformation du carbone en gaz et permet contrairement aux systèmes de pyrolyse d'avoir une très faible quantité de carbone dans les mâchefers.

Enfin, contrairement à la pyrolyse, le présent procédé permet d'obtenir en zone finale des températures beaucoup plus basses évitant ainsi de former un laitier qui rend difficilement maîtrisable les installa-

tions de pyrolyse.

## Revendications

1. Procédé de traitement thermique de déchets, notamment solides, contenant des matières organiques, dans lequel :

- on réalise la gazéification des déchets dans une chambre oscillante ou tournante où les déchets traversent successivement une première zone où l'eau contenue dans les déchets s'évapore sous l'action du rayonnement des parois de la chambre et de la chaleur des gaz ambiants, une deuxième zone où l'on gazéifie la majeure partie du carbone contenu dans les déchets tout en injectant sous les déchets un gaz comburant en quantité très inférieure à la quantité stoechiométrique, de façon à produire des gaz riches en imbrûlés (oxyde de carbone) à une température de 550° C à 700° C, et une troisième zone dans laquelle on injecte un gaz comburant en excès par rapport à la quantité qui serait théoriquement nécessaire pour transformer la totalité du carbone encore contenu dans les déchets solides à l'entrée de cette zone et de façon à produire des gaz à une température de 800 à 1 200°C, la quantité totale de gaz comburant injectée dans la chambre étant sensiblement inférieure à la quantité stoechiométrique ;
- on mélange les gaz produits dans les trois zones, on les extrait de la chambre, on les soumet à une oxydation complémentaire en plusieurs phases entre lesquelles on intercale plusieurs refroidissements par échanges thermiques.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite deuxième zone de la chambre de gazéification, on envoie une quantité de gaz comburant de l'ordre de 40 à 60 % de ladite quantité stoechiométrique.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que dans ladite deuxième zone, on gazéifie 70 à 80 % du carbone contenu dans les déchets.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on envoie dans ladite troisième zone un excès de gaz comburant de l'ordre de 25 à 40 % de la quantité qui serait nécessaire pour transformer en gaz carbonique la totalité du carbone contenu dans les déchets solides à l'entrée de cette zone

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on règle les conditions de fonctionnement dans la chambre de gazéification de façon que les gaz extraits de la chambre soient à une température de 650-1 000° C.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on utilise l'air comme gaz combu-

rant.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on soumet les gaz qui sortent de la chambre de gazéification, dans une première phase à une oxydation partielle, ce qui élève leur température, et on extrait des calories des gaz ainsi réchauffés, et on procède ensuite à une oxydation finale pour éliminer les composants combustibles résiduels, et on refroidit ces gaz dans des échangeurs permettant de produire de la vapeur ou de l'eau surchauffée.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'on règle les conditions d'oxydation dans la première phase d'oxydation de façon à maintenir la température des gaz à 1 100-1 300° C.

9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'on abaisse la température des gaz à 800-900° C avant d'effectuer une deuxième phase d'oxydation.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'on extrait des calories des gaz de la première phase d'oxydation dans un échangeur de chaleur par radiation.

11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce qu'on utilise les gaz de ladite première phase d'oxydation pour liquéfier des mâchefers et/ou des cendres volantes.

12. Installation pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 11, qui comporte une chambre de gazéification (1), oscillante ou tournante, alimentée avec les déchets et dans laquelle sont constituées, en série sur le parcours des déchets, une première zone de séchage (1A), une deuxième zone de gazéification (1B) et une troisième zone de combustion oxydante (1C), des moyens (14, 15) pour injecter un gaz comburant sous les déchets dans les deuxième et troisième zones (1B et 1C), des moyens (8) pour collecter les gaz de la chambre, une première chambre d'oxydation (2) alimentée en gaz oxydant pour recevoir les gaz collectés et les oxyder partiellement, des moyens (3) pour réaliser des échanges thermiques avec les gaz oxydés et une chambre (4) d'oxydation finale alimentée avec le complément nécessaire de gaz oxydant pour achever l'oxydation complète des imbrûlés résiduels.

13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que les moyens (8) pour collecter les gaz de la chambre de gazéification comprennent une chambre de collecte (8) placée en amont, en aval ou autour de la chambre de gazéification.

14. Installation selon l'une des revendications 12 et 13, caractérisée en ce que ladite chambre (4) d'oxydation finale est suivie d'une chambre (5) de récupération thermique par radiation.

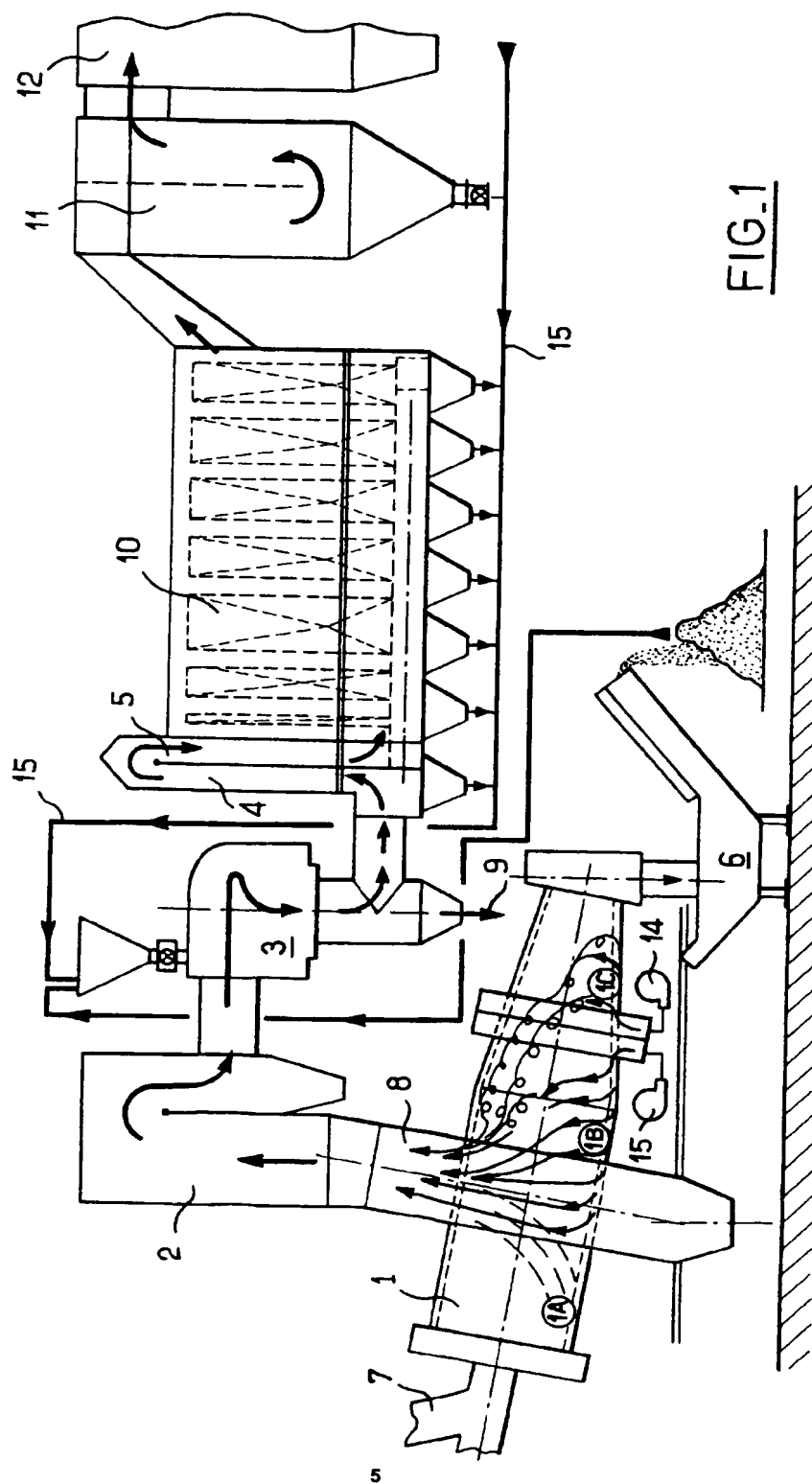


FIG.1

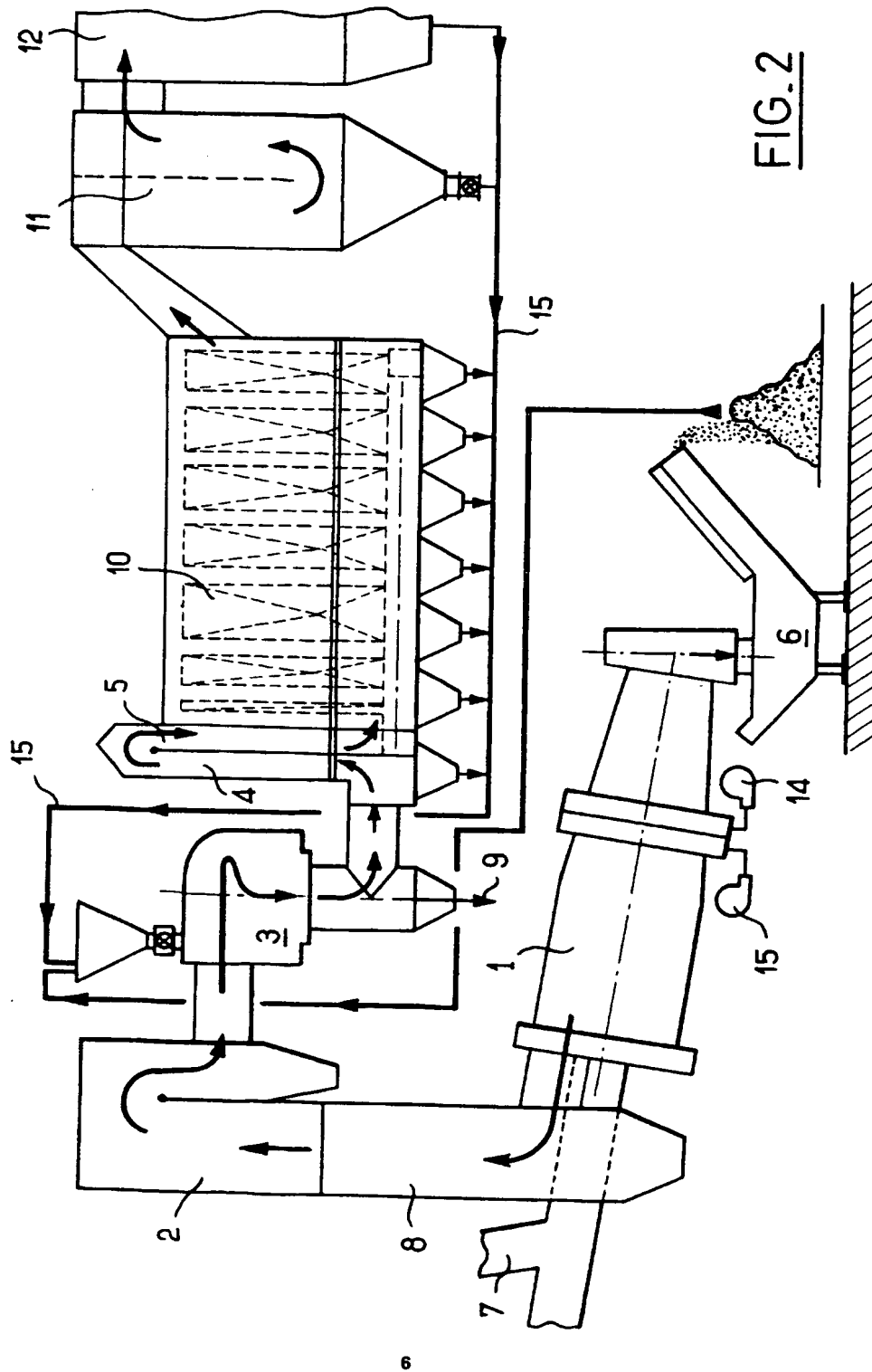


FIG. 2

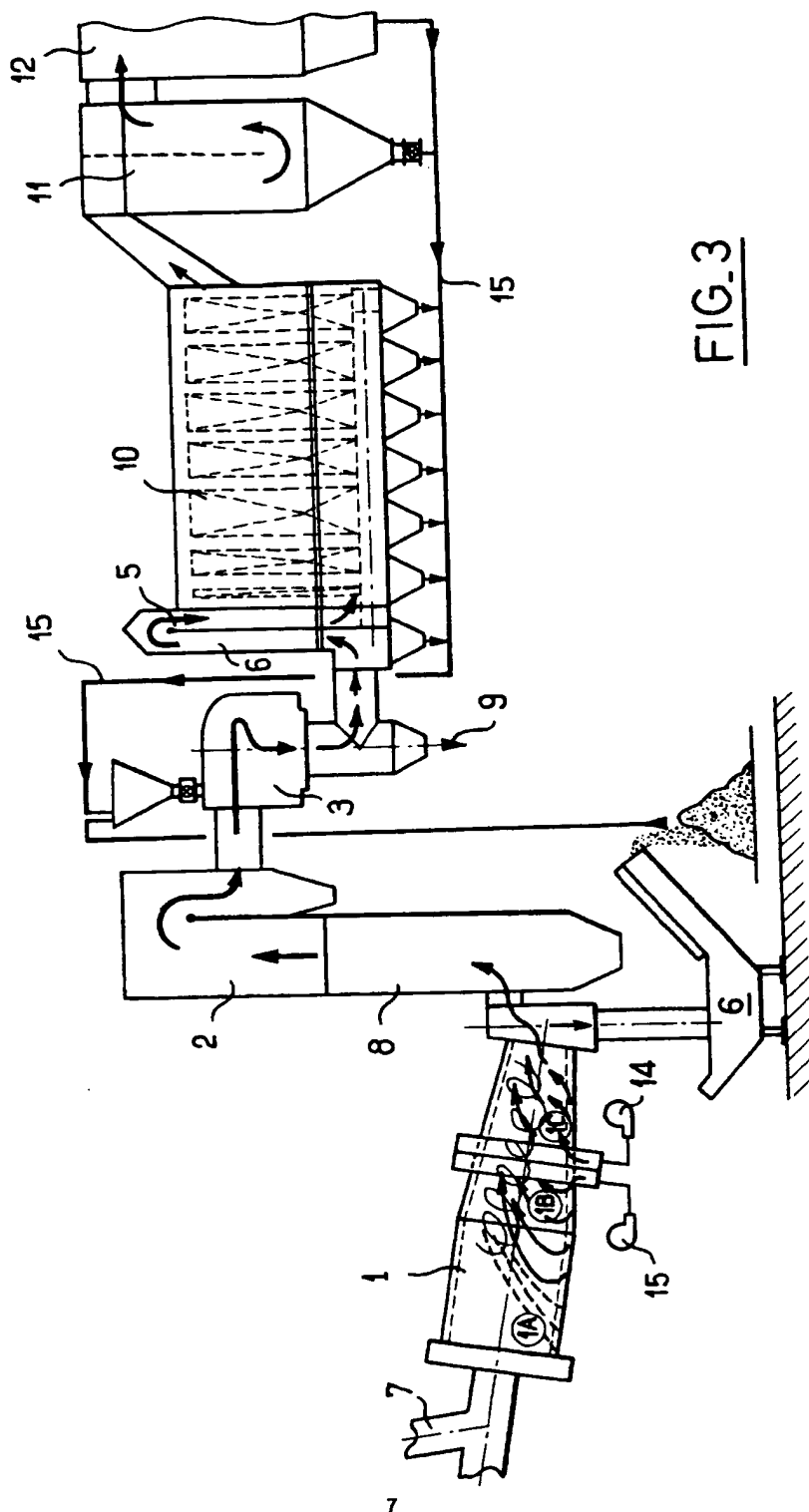


FIG. 3

Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 40 0857

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A,D	FR-A-2 234 521 (HELIOX) * page 5, ligne 3 - page 6, ligne 15 * * page 6, ligne 23 - page 7, ligne 5 * * page 7, ligne 26 - page 7, ligne 32 * * figures 1,2 *	1,6,12,13	F23G5/027 F23G5/20
A	FR-A-2 273 236 (HELIOX) * page 3, ligne 25 - page 4, ligne 5 * * figure 1 *	1,6,12,13	
A	FR-A-1 445 141 (MASCHINENFABRIK BUCKAU R. WOLF AG) * page 2, colonne de droite, ligne 39 - page 3, colonne de gauche, ligne 16 * * figure 1 *	12	
A	EP-A-0 359 209 (KENT) * colonne 5, alinéa 3 - colonne 6, alinéa 1 * * colonne 6, alinéa 4 - colonne 7, alinéa 1 * * colonne 7, alinéa 4 - colonne 8, alinéa 1 * * colonne 10, ligne 6 - colonne 10, ligne 57; figures 1,2 *	7,8,11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) F23G
A	FR-A-2 498 737 (VON ROLL) * page 7, ligne 13 - page 7, ligne 35; figures 1,2 *	13	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 48 (M-561)13 Février 1987 & JP-A-61 211 614 ( NIPPON KOKAN KK ) * abrégé *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05 JUILLET 1993	Examineur PHOA Y.E.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1500 01.82 (P0402)